**ÉLABORATION DE NORMES TECHNIQUES ET DE QUALIFICATION DES INSTALLATEURS POUR LES SYSTEMES DE POMPAGE SOLAIRE**

**-**

**UNE STRATEGIE D'ATTENUATION DES RISQUES POUR LES INSTRUMENTS DE FINANCEMENT**

**OFFRE TECHNIQUE**

**Mai 2017**

**TABLE DES MATIERES**

1. APERÇU DE LA STUATION ACTUELLE DU SECTEUR DU POMPAGE SOLAIRE 2

2. OBJET 4

3. METHODOLOGIE 4

4. COMPOSITION DU DOSSIER DE DEMANDE DE FINANCEMENT 5

5. VERIFICATION DES CAPACITES TECHNIQUES DE L’INSTALLATEUR 7

6. VERIFICATION DES DONNEES DE BASE DU DIMENSIONNEMENT 7

7. VERIFICATION DE LA CAPACITE PHITOIVOLTAIQUE INSTALLEE 9

8. VERIFICATION DU COUT DU PROJET 9

9. VERIFICATION DU PRIX 11

10. VERIFICATION DE LA CAPACITE PHITOIVOLTAIQUE INSTALLEE 11

11. LISTE DES ANNEXES 12

## APERÇU DE LA STUATION ACTUELLE DU SECTEUR DU POMPAGE SOLAIRE

Au niveau international, la technologie du pompage solaire a connu un développement important dans les 10 dernières années caractérisé par :

* L’élargissement des champs d’application en termes de débit et de hauteur manométrique dont les limites constituaient l’inconvénient majeur du pompage solaire.
* Le développement de contrôleurs solaires adaptés munis de la technologie MPPT ayant d’excellents rendements énergétiques.
* L’amélioration des performances des cellules photovoltaïques cristallines accompagnées d’une baisse notable des prix des modules.

Au Maroc, le secteur du pompage solaire s’est considérablement développé depuis 2012 porté par les facteurs favorables suivants :

* Augmentation des prix de l‘énergie de source fossile notamment l’électricité et le diesel.
* Le potentiel du pays en énergie solaire étant donné sa situation géographique et son climat favorable.
* Le développement important des projets agricoles dans le cadre des deux programmes phares du Ministère de l’Agriculture : La plan Maroc Vert et le Programme National d‘Irrigation.



**Figure 1 : Projet de pompage solaire dans une ferme d’oliviers – Région Kalaa Sraghna.**

Il s’en est suivi une utilisation étendue des pompes solaires dans différentes régions du Maroc et l’annonce par le gouvernement d’un ambitieux programme de subvention du système solaire. Un rapport récent de la Compagnie Financière Internationale (IFC) filaile de la Banque Mondiale a estimé le marché à 1 milliard de dollars à l’horizon 2020.

Le marché du pompage solaire au Maroc - en tant que nouvelle technologie – fait face à deux défis majeurs :

1. La difficulté de contrôler la qualité du matériel issu de différentes origines et de qualité inconnue. On trouve notamment des panneaux solaires photovoltaïques usagés, des contrôleurs de pompes de fabricants inconnus et dont l’adaptation aux pompes existant provenant d’autres fournisseurs n’est pas maîtrisée.
2. Les personnes et les sociétés qui offrent les services de pompage solaire n’ont pas toujours les compétences adéquates en termes de formation des techniciens mais aussi d’expérience. Les prestations que les « spécialistes » locaux ne maitrisent pas bien comprennent :

* Le dimensionnement des systèmes de pompage solaire qui est plus difficile que le pompage classique à cause de la nature intermittente de l‘énergie solaire.
* L’analyse de rentabilité de la solution de substitution du solaire à la source d‘énergie utilisée puisqu’il s’agit souvent du remplacement d’une énergie conventionnelle par l’énergie solaire.
* Les accessoires de protection électrique nécessaires pour éviter l’endommagement du matériel.

1. Les deux problèmes précédents aggravent la mauvaise qualité du service après-vente des systèmes installés et menacent leur pérennité et rentabilité financière.

Face aux problématiques décrites ci-dessus, l’évaluation des solutions de pompage par les exploitants mais aussi les institutions de financement de ces projets – et qui ne disposent pas en interne de spécialistes dans le domaine – soulève les questions suivantes :

1. Comment s‘assurer de la qualité technique de la ‘‘solution solaire‘‘ en termes de capacité du système, de qualité du matériel, de qualification de l’installateur et du service-après-vente ?
2. Comment évaluer si le prix est raisonnable ?
3. Quelle est la rentabilité du projet pour l’exploitant, fonction de l’économie d’énergie réalisée et de la nature de la source d’énergie substituée ?

## OBJET

L'objectif de cette étude est d'élaborer un document décrivant une méthodologie simple pour l’évaluation des demandes de financement des projets de pompage solaire au Maroc. Le document comprendra aussi une synthèse des caractéristiques (normes techniques) du matériel de pompage solaire et des qualifications requises des installateurs de tels systèmes. L'utilisation du document élaboré par le personnel des banques devrait minimiser le risque de défaillance de fonctionnement des installations de pompage solaire et contribuer à accroître l'intérêt pour une ligne de crédit que la BERD entend développer avec les banques commerciales locales.

## METHODOLOGIE

Pour élaborer un document et des outils exploitables par des banquiers on s’est basé sur les points suivants :

- Les standards marocains et internationaux dans le domaine du pompage solaire.

- Notre bonne connaissance du matériel de pompage solaire commercialisé au Maroc, de part les liens établis avec les principaux fournisseurs internationaux et le suivi de très près du développement de ce qui se vend à travers les foires professionnelles et notamment le Salon International de l’Agriculture de Meknès SIAM.

- Notre grande familiarité avec le niveau de qualification des installateurs, (nous avons entretenu des liens avec un réseau important de professionnel à travers les sessions de formation que nous avons organisées).

- Les outils d’évaluation de la rentabilité technico-économique des solutions de pompage solaire que nous avons développés en vue de comparer le solaire avec les autres sources énergétiques : diesel, électricité et gaz butane.

- Les outils d’estimation du prix des systèmes de pompage solaire que nous avons développés pour répondre à des questions des agriculteurs mais aussi analyser les facteurs qui ont une influence sur le coût de ces systèmes.

Nous comptons exploiter les éléments ci-dessus pour développer **une forme simplifiée** des standards du matériel et de qualification des installateurs et des outils d’analyse de rentabilité et de vérification des prix qui soient **exploitable par des banquiers qui n’ont pas forcément une formation technique**. On proposera comme moyen de validation le test de ces outils auprès d’une agence du Crédit Agricole qui a des dossiers de crédit à évaluer.

La méthodologie proposée est basée sur l’évaluation de trois éléments clés de la réussite d’un projet de pompage solaire schématisé dans la Figure 2 et classés en trois niveaux:

1. Qualification de l‘installateur

2. Qualité de la solution technique en termes de capacité et du matériel proposée

3. Qualité économique en termes de prix du projet et de la rentabilité financière du projet.



**Figure 2 : Eléments clés de la réussite d’un projet de pompage solaire.**

Sure la base de ces critères, nous proposons un processus de vérification qui comporte les étapes suivantes :

- Vérification du dossier de demande de financement.

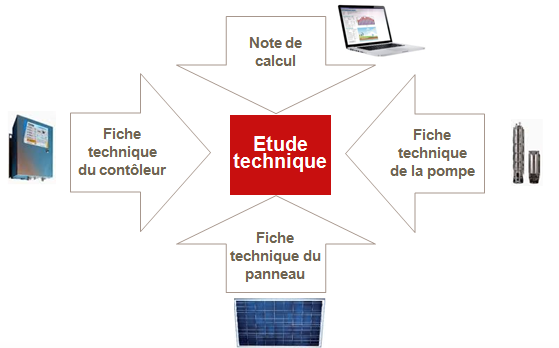
## COMPOSITION DU DOSSIER DE DEMANDE DE FINANCEMENT

Le dossier complet doit comprendre trois parties importantes dont le contenu est résumé dans la figure 3.



**Figure 3 : Eléments clés de la réussite d’un projet de pompage solaire.**

1. **Les données de base sur la ferme servent de base au dimensionnement de la capacité du système et au calcul de rentabilité.** Elles comprennent : le site, la surface et cultures, les besoins en eau, les caractéristiques puits, les factures énergétiques mensuelles correspondant à la source d’énergie utilisée actuellement.
2. **L’offre technique permet essentiellement d’évaluer les compétences de l’installateur, la qualité du matériel et la capacité du système.** Il comprend notamment : la liste des moyens techniques et des références de l’installateur, les fiches techniques du matériel proposé notamment les modules PV et le contrôleur de la pompe, et **la note de dimensionnement de préférence établie à l’aide d’un logiciel spécialisé.**

****

**Figure 4 : Composition de l’étude technique.**

1. **L’offre financière permet d’évaluer le prix et la rentabilité.** Elle comprend notamment un bordereau des prix détaillé qui doit spécifier les prix du matériel, les quantités prévues et les frais de transport et d’installation. Le demandeur doit aussi expliquer l’origine des fonds pour financer la totalité de son projet.

Outre la forme du contenu du dossier, l’évaluateur non spécialisé peut procéder à des vérifications simples que nous détaillons ci-dessous.

## VERIFICATION DES CAPACITES TECHNIQUES DE L’INSTALLATEUR

Le dossier technique de l’installateur permet d’évaluer ses compétences sur trois critères importants résumés dans la Figure 5.



**Figure 5 : Vérification des capacités de l’installateur.**

• La liste des moyens techniques matériels et humains. S’assurer en particulier que le personnel comprend au moins un technicien qui a suivi une **formation spécialisée en pompage solaire**.

• La liste des projets réalisés doit indiquer le nom du client, la date de réalisation, le coût du projet et **la puissance en Wc (Watt crête)** qui renseigne sur la taille des installations solaires. Il faut s’assurer notamment qu’au moins deux projets ont une capacité comparable à celle en cours. On peut aussi exiger **des photos des projets réalisés** et le contact des clients pour des besoins de vérification.

• Les moyens dont l’installateur dispose pour assurer le **service après-vente** et pouvoir intervenir en cas de panne. S’assurer qu’il possède un atelier d’entretien et un accès aux **pièces de rechange**.

## VERIFICATION DES DONNEES DE BASE DU DIMENSIONNEMENT

Il est important de vérifier les données de base car elles influencent le dimensionnement du système et donc **sa capacité la quantité d’eau nécessaire au besoin d’irrigation**. Ces informations résumées dans la figure 6 comprennent :

• Les besoins en eau exprimés en m3 d’eau par jour dépendent de la surface de la ferme et du type de culture. Pour simplifier nous proposons d’estimer ces besoins en multipliant la surface de la ferme en ha par le taux **30 m3/j/ha.**



**Figure 6 : Vérification des données de base du dimensionnement.**

• La hauteur manométrique est le deuxième paramètre technique important pour le dimensionnement, il est lié à la difficulté de déplacer l’eau et donc à la profondeur de la source et à la longueur du réseau de distribution. Ici aussi pour simplifier on propose d’utiliser les approximations suivantes :

- Pour une pompe de surface qui alimente la ferme à partir d’un bassin **🡪 HMT = 35 m**

- Pour une pompe de immergée dans un puits **🡪 HMT = entre profondeur du puits et niveau de l’eau dans le puits.**

Nous donnons un exemple dans l’encadré ci-dessous :

**Exemple :**

- Informations sur la ferme: Ferme de 25 ha dont 20 ha sont plantés d’arbres fruitiers. Profondeur du puits 120 m. Niveau de l’eau 80 m. Bassin alimentant le réseau d’irrigation.

**- Calcul des besoins en eau :** 30 m3/ha/j x 20 ha = 600 m3/j

- HMT pour la pompe immergée 🡪 100 m (Entre 80 et 120 m)

- HMT pour la pompe de surface 🡪 30 m

**Remarque :** Si ces approximations conduisent à des valeurs qui ne sont pas proches des valeurs adoptées par le fournisseur, il faut demander des précisions à ce dernier pour expliquer ces écarts. Cela peut-être du à des besoins de cultures bien différents de la base.

## VERIFICATION DE LA CAPACITE PHITOIVOLTAIQUE INSTALLEE

La capacité d’un système de pompage solaire est définie par la puissance photovoltaïque installée exprimée en watt crête (Wc). Il se trouve que celle-ci pratiquement une fonction linéaire du produit : **Besoin en eau (m3/j) x HMT (m)**. Elle peut être obtenue graphiquement à partir de la figure 7 ou encore à par calcul à l’aide de la relation suivante:

**Capacité PV (Wc) = 0,9371 x Besoin en eau (m3/j) x HMT (m)**

**Figure 7 : Vérification de la puissance photovoltaïque installée.**

**Exemple :**

- Informations sur la ferme: Ferme de 25 ha dont 20 ha sont plantés d’arbres fruitiers. Profondeur du puits 120 m. Niveau de l’eau 80 m. Bassin alimentant le réseau d’irrigation.

**- Calcul des besoins en eau :** 30 m3/ha/j x 20 ha = 600 m3/j

- HMT pour la pompe immergée 🡪 100 m (Entre 80 et 120 m)

- HMT pour la pompe de surface 🡪 30 m

- Pompe immergée :

Produit **Besoin en eau (m3/j) x HMT (m) = 600 (m3/j) x 100 (m) = 60 000 m4/j**

Puissance PV **= 0,9371 x 600 (m3/j) x 100 (m) = 56 000 Wc**

- Pompe de surface :

Produit **Besoin en eau (m3/j) x HMT (m) = 600 (m3/j) x 30 (m) = 18 000 m4/j**

Puissance PV **= 0,9371 x 600 (m3/j) x 30 (m) = 16 870 Wc**

## VERIFICATION DU COUT DU PROJET

L’analyse du coût du pompage solaire montre qu’il est raisonnable de le décomposer en trois éléments de prix :

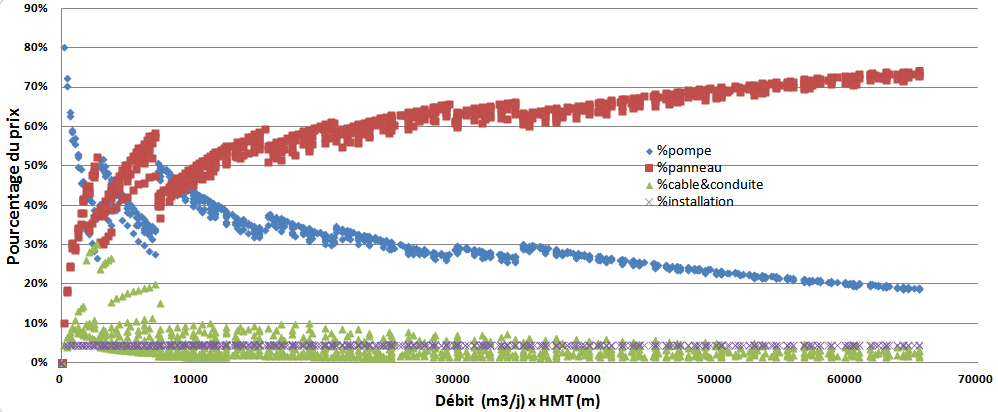
- Le générateur solaire comprenant les modules et leurs supports métalliques

- Le contrôleur et la pompe

- Le transport, installation et mise en service

La part de chaque composante dépend beaucoup de la taille du système qui peut aussi être exprimée par le produit : **Besoin en eau (m3/j) x HMT (m).**

Notre analyse des coûts montre que la décomposition du prix entre les composantes principales e prix plusieurs paramètres techniques dont la qualité dBien que



**Figure 8 : Part de chaque composante du prix du système de pompage solaire.**

A partir de la figure, on a établi les ordres de grandeur de la part de chaque (Voir tableau 1).

**Tableau 1 : Ordres de grandeur des composantes de prix.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Catégorie** | **Intervalle du produit**  **Besoin en eau (m3/j) x HMT (m)** | **Générateur**  **Solaire**  **%** | **Contrôleur**  **& Pompe**  **%** | **Accessoires**  **& Installation**  **%** |
| Petit | < 10 000 | 45 | 45 | 10 |
| Moyen | Entre 15 000 et 35 000 | 60 | 30 | 10 |
| Grand | > 60 000 | 70 | 20 | 10 |

Le coût du projet est fonction de la capacité du système, des prix unitaires des équipements (lui-même fonction de l’origine et de la qualité de ces produits), mais aussi du temps. Le prix des modules PV qui peuvent représenter jusqu’à 70% du coût total est en baisse due aux progrès technologiques. Néanmoins, on peut obtenir un ordre de grandeur à partir du produit **Besoin en eau (m3/j) x HMT (m)** en utilisant la courbe de la figure 9 ou l’équation suivante :

**Coût (DH TTC) =** y = 3E-18x5 - 5E-13x4 + 3E-08x3 - 0,0009x2 + 23,577x + 227,15

**Ou x représente le produit Besoin en eau (m3/j) x HMT (m)**

.

**Figure 7 : Vérification du prix d’un système de pompage solaire.**

**Exemple :**

- Informations sur la ferme: Ferme de 25 ha dont 20 ha sont plantés d’arbres fruitiers. Profondeur du puits 120 m. Niveau de l’eau 80 m. Bassin alimentant le réseau d’irrigation.

**- Calcul des besoins en eau :** 30 m3/ha/j x 20 ha = 600 m3/j

- HMT pour la pompe immergée 🡪 100 m (Entre 80 et 120 m)

- HMT pour la pompe de surface 🡪 30 m

- Pompe immergée :

Produit **Besoin en eau (m3/j) x HMT (m) = 600 (m3/j) x 100 (m) = 60 000 m4/j**

Puissance PV **= 0,9371 x 600 (m3/j) x 100 (m) = 56 000 Wc**

**Prix = DH TTC**

- Pompe de surface :

Produit **Besoin en eau (m3/j) x HMT (m) = 600 (m3/j) x 30 (m) = 18 000 m4/j**

Puissance PV **= 0,9371 x 600 (m3/j) x 30 (m) = 16 870 Wc**

**Prix = DH TTC**

## CANEVA DE VERIFICATION ET VALIDATION DE LA DEMARCHE

Sur la base de méthodologie décrite ci-dessous, un canevas est proposé pour l’usage des financiers (Voir Annexe 1). Il est prévu de le soumettre à leur validation à travers son essai sur des projets pratique.

## LISTE DES ANNEXES

**ANNEXE 1**. CANEVA DE VERIFICATION

**ANNEXE 2**. EXMEPLE DE FICHE TECHNIQUE DU MODULE PV

**ANNEXE 3**. EXMEPLE DE FICHE TECHNIQUE DE CONTROLEUR SOLAIRE

**ANNEXE 4**. EXMEPLE D’ETUDE TECHNIQUE DE DIMENSIONNEMENT